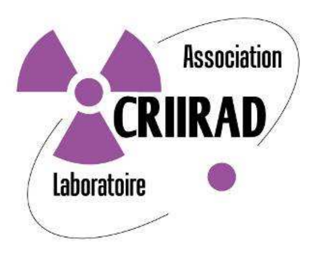


Commission de Recherche et d'Information Indépendantes
sur la Radioactivité

ETUDE RAMON

RAPPORT N°13-34 V2

Etude réalisée par le **laboratoire de la CRIIRAD**
Avec le soutien financier de la **Région Rhône-Alpes**



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD
29, cours Manuel de Falla – 26000 VALENCE
☎ 04 75 41 82 50
🖹 04 75 81 26 48
http://www.criirad.org
radon@criirad.org

	EMISSION	APPROBATION
NOM	J. SYREN	C. CASTANIER
FONCTION	Responsable du service radon	Chargée de mission « études réglementaires »
DATE	28/02/2014	28/02/2014
SIGNATURE		

Responsable d'étude :	Julien SYREN, ingénieur géologue, responsable du service radon
Relecture :	Corinne CASTANIER, chargée de mission « études réglementaires »
Gestion des dossiers :	Stéphane MONCHÂTRE, assistante du laboratoire

La CRIIRAD tient à remercier :

- la Région Rhône-Alpes, dont le soutien financier a permis la réalisation de cette étude ;
- M. Jochen Gschnaller, gérant de la société GT-Analytic, distributeur européen du RAMON 2.2 ;
- les 35 bénévoles qui ont bien voulu participer à cette étude ;
- M. Bertrand Nouvelot, administrateur bénévole de la CRIIRAD, pour la traduction de la version anglaise de la notice du distributeur.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Un gaz radioactif et cancérigène

Le radon est un gaz radioactif produit par la désintégration du radium, qui provient lui-même de l'uranium, un élément radioactif naturel présent dans toutes les roches. La forme gazeuse du radon lui permet de diffuser à travers le sol et de se répandre dans l'air ambiant. Rapidement dilué dans l'atmosphère, il s'accumule par contre dans les bâtiments, où il peut atteindre des concentrations élevées.

L'Agence Internationale pour la Recherche sur le Cancer[1] a classé le radon et ses descendants dans le groupe 1 des produits **cancérigènes** pour l'homme. En effet, l'inhalation du radon et surtout de ses descendants radioactifs provoque des lésions dans les cellules de l'appareil respiratoire. D'après l'Institut de Veille Sanitaire, parmi les 25 000 décès par cancer du poumon qui surviennent chaque année en France, 1 200 à 3 000 seraient attribuables au radon.

Les détecteurs classiques

Inodore, incolore, sans saveur, le radon ne peut être mesuré que par la mise en œuvre de détecteurs spécifiques. Il existe deux principaux types de détecteurs de radon dans l'air :

- les détecteurs permettant d'effectuer des **mesures intégrées** (LR115 Kodalpha, société DOSIRAD ; RadTrak2, société LANDAUER ; Saphyrad, société SAPHYMO, …). Ce type d'appareil permet d'évaluer la concentration moyenne en radon sur une période de plusieurs semaines à plusieurs mois. Ces détecteurs ont l'avantage d'être peu coûteux à l'unité (de l'ordre de 10 à 40 €) : l'installation simultanée de plusieurs appareils dans un bâtiment donné permet d'effectuer un dépistage représentatif des différents volumes du bâtiment. Ils ont en revanche l'inconvénient de ne pas être réutilisables (pour la plupart des modèles), de ne pas être à lecture directe (à la fin de la mesure, le détecteur doit être expédié à un laboratoire pour développement) et de ne donner qu'un renseignement global : les mesures intégrées ne permettent pas de connaître l'évolution des concentrations en radon pendant la période de mesure ;
- les détecteurs permettant d'effectuer des **mesures en continu** (Alphaguard, société SAPHYMO ; Radhome P, société ALGADE ; Radim 3A, société RadonLab, …). Ces appareils enregistrent les concentrations en radon à intervalle rapproché (par exemple toutes les heures, toutes les 10 minutes voire toutes les minutes). Les applications de ce type d'appareil sont multiples : connaître les variations des concentrations de radon entre le jour et la nuit, suivre l'impact de la mise en fonctionnement d'une ventilation mécanique, détecter les points d'entrée de radon dans une pièce, mesurer rapidement le flux de radon d'un sol, etc… En revanche, les détecteurs de mesures en continu sont coûteux (plusieurs milliers d'euros) et donc réservés à une utilisation professionnelle.

Tester une nouvelle catégorie de détecteurs

Depuis quelques années, une nouvelle catégorie de détecteurs intermédiaires apparaît sur le marché. Ces appareils sont à lecture directe, effectuent des mesures intégrées, mais également des mesures en continu (quoiqu'à intervalle plus long que les moniteurs professionnels, compte tenu de la plus faible sensibilité de leur capteur). Leur gamme de prix (quelques centaines d'euros) se situe entre celles des deux autres types de détecteurs, mais contrairement aux détecteurs classiques de mesures intégrées, ils sont réutilisables.

Le laboratoire de la CRIIRAD a choisi de tester la fiabilité et les applications de l'un de ces détecteurs : le RAMON 2.2. Cet appareil permet l'acquisition en direct de deux informations : l'activité moyenne en radon sur la dernière semaine, et l'activité moyenne globale en radon depuis la dernière remise à zéro (les premiers résultats sont disponibles après 48 heures, et la mesure peut être prolongée jusqu'à 5 ans).

Plan de travail

[1] Organisme dépendant de l'Organisation Mondiale de la Santé.

Dans un premier temps, le laboratoire de la CRIIRAD a acheté 75 exemplaires du RAMON 2.2. et a testé leur fiabilité en effectuant, au cours de l'été 2012, des mesures simultanées avec les RAMON 2.2 et avec un appareil de référence (moniteur ALPHAGUARD PQ2000 PRO régulièrement calibré).

Dans un second temps, les appareils ont été distribués à 35 volontaires qui ont pu les utiliser dans de multiples configurations.

Dans un troisième temps, à partir du retour d'expérience des volontaires, le laboratoire de la CRIIRAD a élaboré un kit d'utilisation, comprenant un manuel détaillé, des formulaires papier (description du bâtiment contrôlé, de la pièce contrôlée, feuilles de relevés manuels des résultats) ainsi que des fichiers EXCEL de mise en forme des résultats (tableaux incluant les activités mesurées et les incertitudes associées ; graphes).

1 METHODOLOGIE

1.1 PRESENTATION DU RAMON

Le Ramon 2.2 (**Ra**don **mon**itor version **2.2**) est un appareil mesurant le radon au moyen d'un détecteur semi-conducteur en silicium.

Fabriqué par la société américaine Honeywell, il est distribué en Europe par la société GT-Analytic[2]. Le gérant de cette société, M. Jochen GSCHNALLER, a mis au point la version européenne de l'appareil.

Le Ramon fonctionne sur le principe de la mesure des particules alpha émises par les descendants émetteurs alpha du radon qui a pénétré dans la chambre de détection[3]. La mémoire de l'appareil enregistre les impulsions induites par les particules alpha, et les convertit en Becquerels par mètre cube d'air à partir d'un facteur de calibration propre à chaque appareil. Il est important de noter que le RAMON effectue des mesures dites « fermées », c'est-à-dire qu'il prend en compte uniquement le radon présent dans l'air ambiant et non ses descendants[4]. Le RAMON n'est donc pas sensible aux variations du facteur d'équilibre entre le radon et ses descendants présents dans l'air ambiant, contrairement aux films LR115 KOLDAPHA en configuration « ouverte », utilisés classiquement par le laboratoire de la CRIIRAD pour les dépistages de radon.

Le Ramon 2.2 fonctionne sur alimentation électrique 220V. Les résultats de mesure sont affichés sur l'écran de l'appareil, et doivent être notés manuellement par l'opérateur. Ces valeurs ne correspondent pas à des données instantanées, mais à des moyennes sur une période donnée de mesure.

L'appareil mesure en permanence deux types de données : la donnée « S » (pour Short) correspond à l'activité volumique moyenne sur les 7 derniers jours de mesure ; la donnée « L » (pour Long) correspond à l'activité volumique moyenne globale depuis la dernière remise à zéro de l'appareil. Par exemple, si l'appareil a été remis à zéro le 1er janvier, les valeurs consultables le 30 juin sont la moyenne entre le 23 et le 30 juin pour le mode « S » et la moyenne entre le 1er janvier et le 30 juin pour le mode « L ».

A noter que ce n'est que 48 heures après la remise à zéro de l'appareil que des résultats sont affichés. Le fabricant a en effet choisi de ne pas publier les résultats des mesures trop courtes, compte tenu de l'incertitude élevée qui leur est associée.

1.2 DEROULEMENT DE L'ETUDE

1.2.1 AMONT

- **Calibration et vérification des appareils**

Pour cette étude, le laboratoire de la CRIIRAD a utilisé 75 exemplaires du RAMON 2.2 fournis par la société GT-Analytic :

---

[2] Cette société, initialement située à Innsbruck en Autriche, est installée depuis 2012 en France, à Lambesc.

[3] Les deux principaux isotopes du radon sont le radon 222 (communément appelé radon), descendant de l'uranium 238, et le radon 220 (communément appelé thoron), descendant du thorium 232. Compte tenu de la courte période physique du thoron (56 secondes) et de la vitesse de diffusion depuis l'air ambiant vers la chambre de détection (le distributeur estime qu'il faut 2 à 3 heures pour que la chambre de détection soit à l'équilibre avec l'air ambiant), c'est essentiellement le radon 222 qui pénètre dans la chambre de détection.

[4] Même si c'est à partir des descendants produits par la désintégration du radon qui a pénétré dans la chambre de détection que les mesures sont réalisées.

- o 10 appareils achetés par la CRIIRAD en 2010, dans le cadre des premiers échanges concluants que nous avions eus avec la société GT-Analytic,
- o 65 appareils achetés par la CRIIRAD en 2012, dans le cadre de la présente étude. Parmi ces 65 appareils, 20 ont été financés par le budget proprement dit de l'étude et 45 ont été financés directement par la CRIIRAD sur ses fonds propres.

Les 75 appareils ont été préalablement calibrés par la société GT-Analytic.

Chaque appareil a subi une série de 2 tests. Chaque test consiste à effectuer simultanément deux mesures, l'une avec le RAMON 2.2, l'autre avec un appareil de référence (moniteur ALPHAGUARD PQ2000 PRO[5]), puis à comparer les résultats. Chaque test est réalisé pendant au moins une semaine dans un volume présentant un niveau de radon élevé (1 500 à 2 500 Bq/m^3) et peu fluctuant, de manière à maintenir l'incertitude statistique aussi faible que possible.

Le premier test a pour but d'affecter au RAMON 2.2 son propre facteur de calibration. Avant le test, tous les appareils sont configurés avec le même facteur de calibration (120 Bq/m^3 / imp/h). En fonction de l'écart entre le résultat du RAMON 2.2 et celui de l'appareil de référence, un nouveau facteur de calibration est paramétré (compris entre 110 et 135 Bq/m^3 / imp/h)[6].

Le second test est destiné à vérifier que l'écart entre le RAMON 2.2 calibré et l'appareil de référence est correct. A l'issue du deuxième test, l'écart entre le RAMON 2.2 et l'appareil de référence doit être inférieur à 5%. Les appareils présentant un écart supérieur ne sont pas commercialisés.

Avant de distribuer les appareils, la CRIIRAD a effectué ses propres vérifications. Le principe est le même que celui mis en œuvre par GT-Analytic : il s'agit de comparer les valeurs mesurées avec chaque RAMON avec les valeurs mesurées par un ALPHAGUARD PQ2000 PRO de référence .

Les mesures sont effectuées pendant au moins une semaine dans un volume présentant un niveau de radon de l'ordre de 150 à 300 Bq/m^3. Pour 74 appareils sur les 75 testés, l'écart entre la valeur indiquée au bout d'une semaine de mesure et l'activité moyenne mesurée par l'ALPHAGUARD sur la même période était inférieur à 30%. L'écart était inférieur à 20% pour 68 appareils, et inférieur à 10% pour 42 appareils.

Il a été décidé d'utiliser ces 74 appareils dans le cadre de l'étude.

Le 75ème appareil a été laissé de côté, dans l'attente de vérifications complémentaires.

- **Distribution des appareils**

Le laboratoire de la CRIIRAD a distribué les appareils à 35 participants en trois temps :

1. mines d'uranium (13 participants) / les 23 et 24 août 2012, la CRIIRAD a animé près de Saint-Priest-la-Prugne, dans la Loire, un stage de formation à destination de plusieurs associations impliquées dans la problématique de l'impact des mines d'uranium. 24 RAMON ont été prêtés à 12 représentants d'associations ainsi qu'à 1 particulier ayant participé à ce stage ;
2. membres CRIIRAD (12 participants) / en septembre 2012, la CRIIRAD a proposé à ses administrateurs bénévoles et à ses salariés de participer à l'étude. 8 administrateurs et 4 salariés ont reçu dans ce cadre 23 RAMON ;
3. autres (10 participants) / entre novembre 2012 et septembre 2013, la CRIIRAD a prêté les 27 appareils restants au cas par cas, en fonction des dossiers suivis par le service radon et présentant un intérêt dans le cadre de l'étude RAMON. 24 appareils ont été prêtés à des particuliers, principalement dans le but de suivre l'impact d'actions correctrices mises en œuvre dans des habitations présentant des

[5] Le moniteur ALPHAGUARD utilisé par GT-Analytic est régulièrement vérifié par l'Office Fédéral de Calibration et de Mesure Autrichien (Austrian Metrological Institute, BEV), qui utilise un étalon relié à l'étalon primaire de l'institut national de métrologie allemande (PTB, Braunschweig).

[6] Si le facteur de calibration est inférieur à 110 ou supérieur à 135, le capteur est remplacé.

niveaux élevés de radon. Les 3 autres appareils ont été distribués à deux mairies afin de vérifier l'efficacité d'actions correctrices mises en œuvre dans des écoles publiques ayant présenté des concentrations en radon supérieures aux seuils réglementaires, ainsi qu'à une association (HELIOSE, espace info énergie de la Loire situé à Saint-Etienne) dans le but de laisser l'appareil à la disposition de ses adhérents souhaitant effectuer des mesures de radon.

Les appareils étaient accompagnés de la notice du distributeur, ainsi que de la première version d'un formulaire élaboré par la CRIIRAD et comportant deux parties :

- un document destiné à décrire le bâtiment dans lequel les mesures étaient réalisées,
- un document destiné à décrire la pièce dans laquelle les mesures étaient réalisées et comportant une feuille de relevé des résultats.

1.2.2 Phase « mesures »

Lors de la distribution des appareils, une formation à leur utilisation a été effectuée par le laboratoire CRIIRAD :

- de manière collective dans le cas des représentants des associations des mines d'uranium, ainsi que des membres de la CRIIRAD (administrateurs et salariés),
- de manière individuelle pour les autres cas.

Au-delà des consignes d'ordre général, les participants ont été laissés libres d'utiliser les appareils comme ils le souhaitaient, ce qui a permis de tester de multiples applications.

A la date de rédaction de ce rapport, 58 séries de mesures nous ont été transmises.

Dans 38 cas, plusieurs séries de mesures ont été effectuées. Pour les 20 autres cas, une seule série de mesures a été effectuée.

Lorsque plusieurs séries de mesures ont été réalisées, il s'agissait de plusieurs mesures successives dans 27 cas (principalement lorsque les utilisateurs ne disposaient que d'un appareil) et de mesures simultanées dans 11 cas.

La durée des mesures a été d'une semaine ou moins dans 12 cas, comprise entre 1 semaine et 1 mois dans 19 cas et supérieure à 1 mois dans 22 cas[7]. La durée de mesures la plus longue a été de 8 mois, pendant lesquels une participante a effectué des relevés quasiment quotidiens dans deux pièces contrôlées simultanément.

A l'exception de quatre cas[8], les mesures ont été réalisées dans des habitations individuelles.

1.2.3 Aval

A l'issue des mesures, le laboratoire de la CRIIRAD a regroupé et trié les résultats, puis a sélectionné des exemples à intégrer dans le manuel d'utilisation de manière à illustrer les différentes applications des appareils.

[7] Dans 5 cas, la durée des mesures a été variable ou n'a pas été précisée.

[8] Deux séries de mesures ont été effectuées dans une école publique ; deux séries de mesures ont été effectuées en extérieur.

Par ailleurs, un questionnaire de retour d'expérience a été transmis à l'ensemble des participants. Les enseignements tirés des remarques transmises[9] sont présentés dans la suite de ce rapport.

[9] Malgré plusieurs relances, seuls 15 participants nous ont retourné leur questionnaire complété. 2 autres participants ont également adressé des suggestions en dehors du questionnaire.

2 EXEMPLES DE MESURES

2.1 DEPISTAGE PAR MESURES SIMULTANEES

Un dépistage de radon a été effectué dans une habitation individuelle du Rhône. Dans un premier temps, trois pièces ont fait l'objet de mesures simultanées. Toutes présentaient un niveau de radon inférieur au seuil de référence de 100 Bq/m³ préconisé par l'OMS.

Lieu de mesure	Résultats		
	Mode L		
	Période de mesure		Activité volumique en radon (Bq/m3)
	Début	Fin	
Salon (Rdc)	26/09/12 22:00	28/10/12 12:00	87 ± 13
Chambre A+B (étage)	26/09/12 22:00	27/10/12 21:00	57 ± 9
Chambre R (étage)	26/09/12 22:00	28/10/12 12:00	45 ± 8

Les mesures ayant été effectuées à l'automne, on aurait pu s'attendre à ce que les concentrations en radon soient plus élevées en période froide du fait du tirage thermique engendré par le chauffage et de l'ouverture des fenêtres moins fréquentes. Une seconde série de mesures réalisée dans le salon entre début janvier et début février 2013 montre que de n'est pas le cas : le niveau de radon de cette pièce reste inférieure à 100 Bq/m³ pendant cette période. Lors de cette seconde série, les trois appareils ont été placés en différents points du salon. Les résultats montrent que les niveaux de radon de cette pièce sont très homogènes dans l'espace (entre 63 et 66 Bq/m³).

Lieu de mesure	Résultats		
	Mode L		
	Période de mesure		Activité volumique en radon (Bq/m3)
	Début	Fin	
Salon (Rdc) - Point 1	09/01/13 07:00	03/02/13 17:00	65 ± 11
Salon (Rdc) - Point 2	09/01/13 07:00	03/02/13 17:00	66 ± 11
Salon (Rdc) - Point 3	09/01/13 07:00	03/02/13 17:00	63 ± 10

2.2 DEPISTAGE PAR MESURES SUCCESSIVES

Un dépistage de radon a été effectué dans une habitation des Deux-Sèvres au moyen d'un RAMON 2.2 unique placé successivement dans quatre pièces : la cave, la salle à manger, puis deux chambres. Les résultats sont représentés ci-après sous forme de tableau.

Parmi les quatre pièces contrôlées, trois présentent une concentration en radon d'environ 100 à 200 Bq/m^3 (la cave et les deux chambres). La salle à manger présente une concentration plus élevée que les autres pièces (environ 500 Bq/m^3).

En première approche, il semblerait évident de considérer que le salon-salle à manger présente une concentration en radon supérieure à la cave et aux chambres.

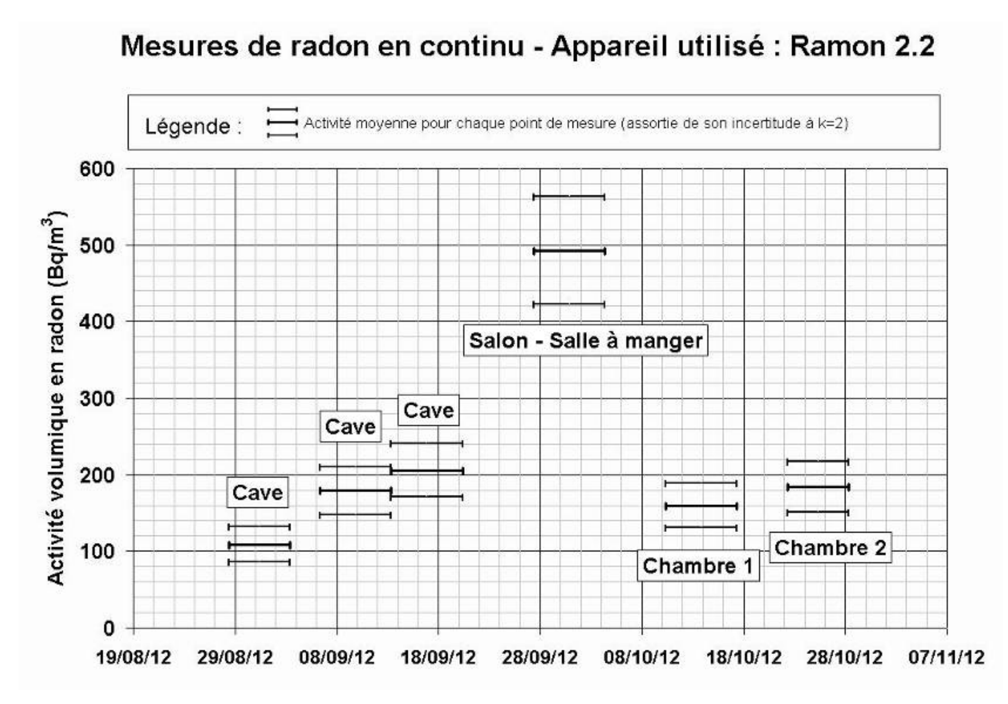
Pourtant, ce n'est pas forcément la réalité. En effet, le dépistage s'étale sur une période de 2 mois comprise entre la fin de l'été et le milieu de l'automne, et donc pouvant être soumise à d'importantes variations des conditions climatiques. Ainsi, le niveau de radon plus élevé dans la salle à manger pourrait s'expliquer par des températures anormalement froides qui auraient conduit les occupants à allumer le chauffage dès fin septembre, ce qui aurait augmenté les concentrations en radon du fait de la dépression causée par le tirage thermique. A l'inverse, un redoux mi-octobre aurait pu entraîner l'arrêt du chauffage et donc la réduction du tirage thermique, d'où des niveaux de radon plus faibles dans les chambres mesurées à cette période.

On constate d'ailleurs que dans la cave, qui a fait l'objet de trois séries de mesures successives, le niveau de radon n'est pas stable : l'activité volumique augmente régulièrement (d'environ 100 Bq/m^3 fin août à environ 200 Bq/m^3 fin septembre).

Quoi qu'il en soit, si le dépistage réalisé au moyen d'un seul RAMON 2.2 présente des limites, il n'est pas inutile. La campagne de mesures :

- a permis de montrer que dans des conditions peu défavorables (fin de la période chaude), toutes les pièces contrôlées présentaient des concentrations supérieures au seuil de référence de 100 Bq/m^3 préconisé, pour l'habitat, par l'Organisation Mondiale de la Santé ;

- a permis d'en déduire qu'il convenait désormais de mettre en œuvre des actions correctrices simples et d'effectuer une nouvelle campagne de mesures en période froide, en mesurant simultanément les différents volumes de l'habitation.



2.3 DEPISTAGE DANS UNE RESIDENCE SECONDAIRE

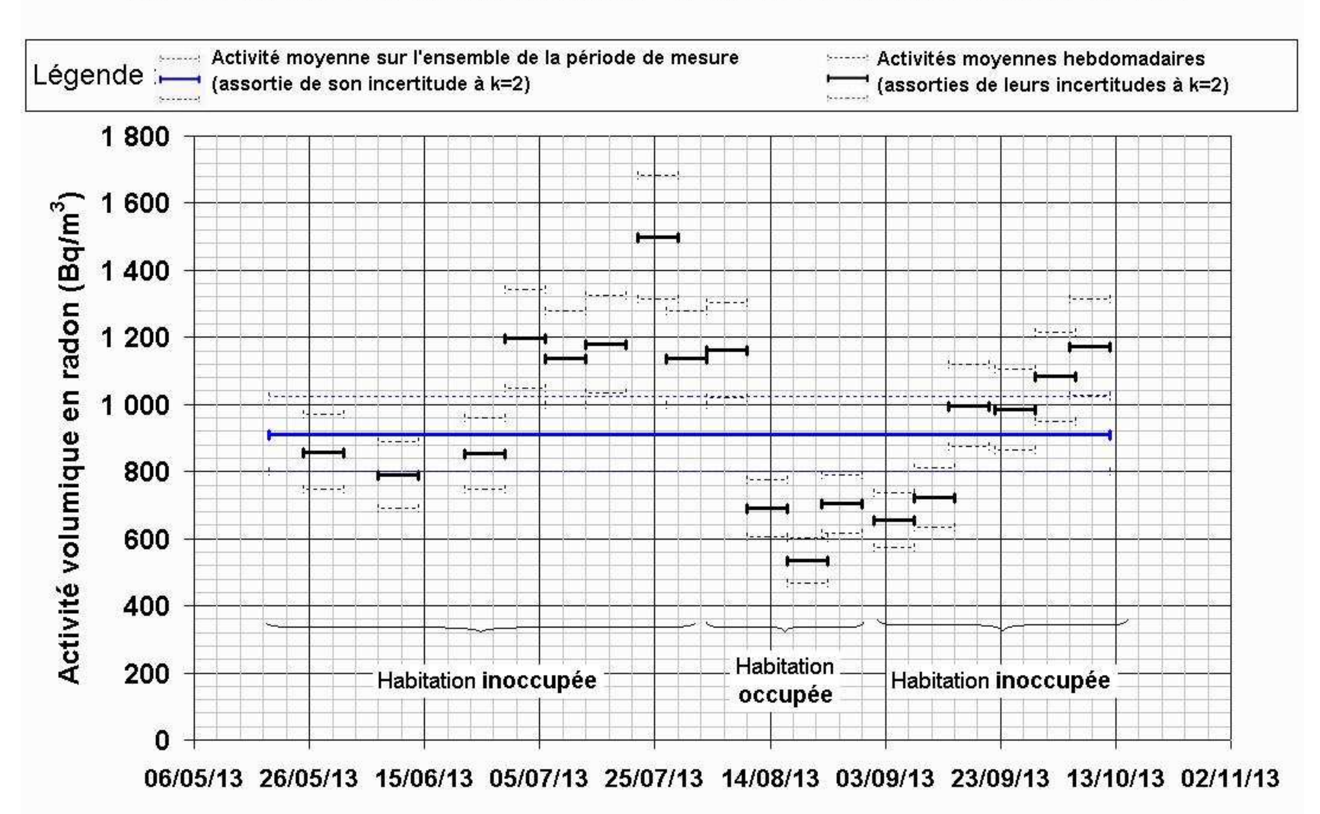
Une série de mesures de 5 mois a été effectuée dans une résidence secondaire située dans la Loire, à proximité d'une ancienne mine d'uranium.

Les résultats sont représentés ci-dessous sous forme de graphe.

Sur l'ensemble de la période de mesure, l'activité volumique moyenne est de 912 ± 112 Bq/m^3.

Les moyennes hebdomadaires varient de 500 à 1 500 Bq/m^3. L'habitation a été principalement occupée pendant le mois d'août. Pendant le reste de la période de mesure (mai à juillet et septembre-octobre), elle a été inoccupée la semaine, et occupée épisodiquement le week-end.

Avant la période principale d'occupation, le niveau de radon est de l'ordre de 1 200 Bq/m^3. Lorsque l'habitation est occupée, le niveau de radon est deux fois plus faible (de l'ordre de 600 Bq/m^3). Après la période d'occupation, le niveau de radon atteint de nouveau 1 200 Bq/m^3. Ceci peut s'expliquer par le fait que les mesures ont été effectuées en période chaude. En période d'inoccupation, l'habitation reste confinée, ce qui favorise l'accumulation de radon. En période d'occupation, l'aération fréquente par ouverture des portes et fenêtres limite l'accumulation de radon.



2.4 ACCOMPAGNEMENT DANS LA MISE EN ŒUVRE D'ACTIONS CORRECTRICES

Une campagne de mesures a été effectuée au moyen de 5 détecteurs RAMON dans une habitation du Vaucluse.

Un dépistage réalisé précédemment avait montré que la cave présentait une concentration en radon nettement plus élevée que les pièces de vie.

Le but des nouvelles mesures était d'évaluer l'impact d'actions correctrices menées dans la cave sur l'accumulation de radon dans le bâtiment.

Une première mesure, effectuée entre le 28 et le 30 novembre 2012, indiquait un niveau de radon de **420 Bq/m^3** dans la cave, dont les conditions initiales étaient les suivantes : absence de dalle au sol, fonctionnement d'un extracteur dont la grille était encrassée, présence d'entrées d'air extérieur.

Ensuite, trois actions simultanées ont été menées : une dalle a été coulée au sol de la cave, la grille de l'extracteur a été ôté (ce qui a augmenté l'efficacité d'extraction) et la surface d'entrées d'air extérieur a été augmentée par la création d'une ouverture destinée à faire rentrer le béton dans la cave.

La concentration en radon mesurée après ces actions, entre le 10 et le 21 décembre 2012, était de **152 Bq/m^3**.

Les actions menées semblent[10] avoir entraîné une diminution des niveaux de radon, mais il n'a pas été possible de déterminer l'impact de chaque action individuelle.

Ceci montre l'intérêt d'utiliser le RAMON lors de la mise en œuvre des actions correctrices, mais également la difficulté à interpréter les résultats lorsque plusieurs paramètres varient simultanément.

Des tests ultérieurs ont permis de montrer que l'arrêt de l'extracteur de la cave entraînait une diminution du niveau de radon de la cave, mais une augmentation du niveau de radon des pièces situées au-dessus. Ainsi, dans le placard situé sous l'évier de la cuisine et qui comporte une ouverture dans la dalle pour l'évacuation des eaux usées, le niveau de radon était de 352 ± 53 Bq/m^3 entre le 18 et le 25 février, alors que l'extracteur de la cave était arrêté, et de 111 ± 22 Bq/m^3 entre le 11 et le 18 mars, alors que l'extracteur de la cave fonctionnait.

Ceci montre qu'il convient de ne pas limiter les mesures à la seule pièce dans laquelle des travaux sont effectués, ces travaux pouvant avoir un impact (positif ou négatif) sur d'autres pièces du bâtiment. Lorsqu'il n'est pas possible pour des raisons matérielles de mesurer toutes les pièces, il convient de privilégier les pièces dans lesquelles le temps de présence est le plus important.

---

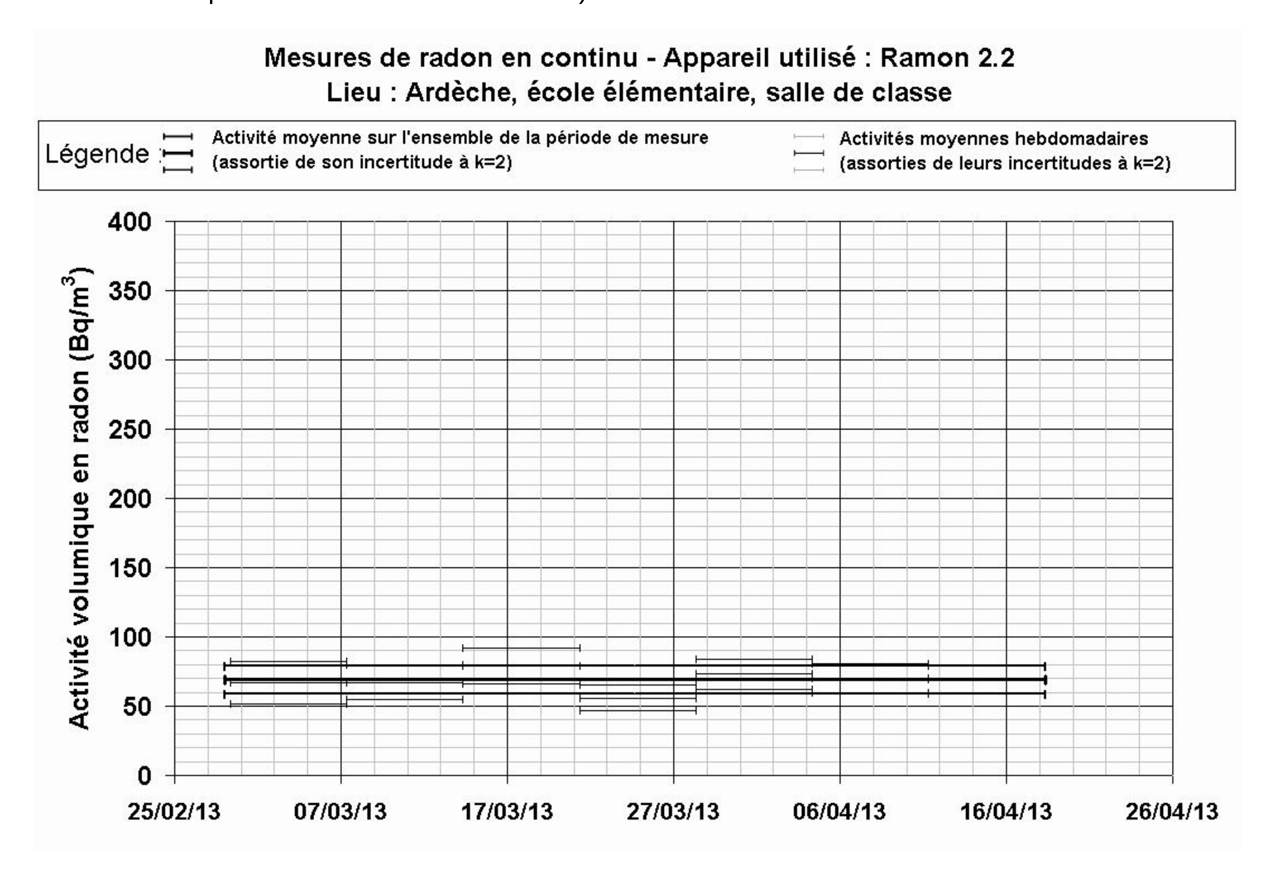
[10] La comparaison des résultats doit cependant être effectuée avec prudence, étant donné que les caractéristiques des deux périodes de mesure sont différentes (48 heures fin novembre pour la première série ; 11 jours en décembre pour la deuxième série).

2.5 CONTROLE APRES ACTIONS CORRECTRICES

Une campagne de mesure a été effectuée dans la salle de classe d'une école élémentaire d'Ardèche, afin de vérifier l'impact de l'installation d'une ventilation mécanique double flux.

Les mesures ont permis de montrer que sur une période de deux mois comprise entre fin février et fin avril 2013, le niveau moyen de radon restait inférieur à 100 Bq/m³, alors qu'il dépassait 400 Bq/m³ avant installation de la ventilation mécanique.

De plus, les relevés réguliers du mode S ont permis de constater que le niveau de radon restait stable (entre 50 et 100 Bq/m³), que l'école soit occupée ou non (le début et la fin de la campagne de mesures ont été effectuées pendant les vacances scolaires).



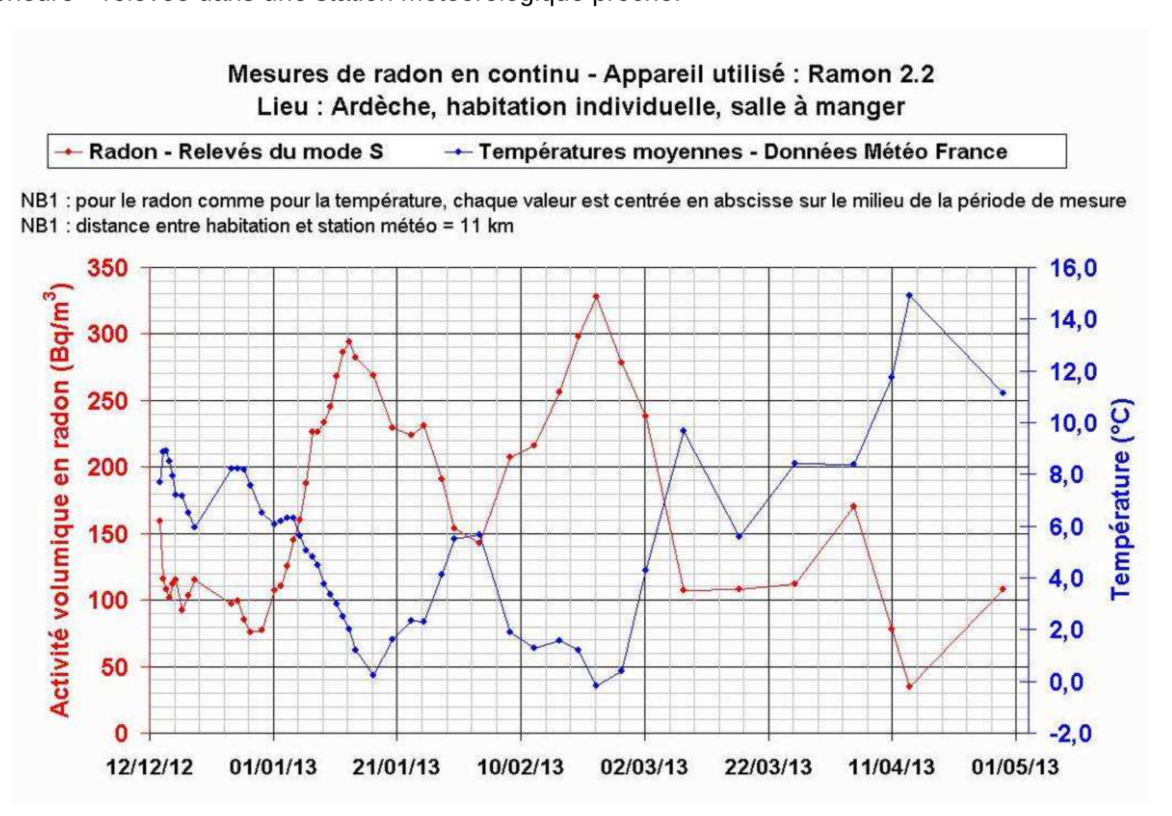
2.6 ETUDE DE L'IMPACT DES CONDITIONS CLIMATIQUES

Une campagne de mesure a été effectuée dans une habitation individuelle d'Ardèche. Trois pièces (garage et salle à manger au rez-de-chaussée, chambre à l'étage) ont été contrôlées simultanément entre le 12 décembre 2012 et le 2 mai 2013.

Sur l'ensemble de la période de mesure, les concentrations relevées sont de 160 Bq/m^3 dans la salle à manger, 163 Bq/m^3 dans la chambre et 54 Bq/m^3 dans le garage.

Au-delà ce ces résultats globaux, les relevés réguliers des valeurs du mode S (moyennes hebdomadaires) ont permis d'observer une corrélation entre température extérieure et concentration en radon de chacune des trois pièces : lorsque la température extérieure augmente, le niveau de radon de chaque pièce diminue, et inversement.

Par exemple, dans la salle à manger, les moyennes hebdomadaires ont varié entre 35 Bq/m^3 pour la semaine du 10 au 17 avril 2013 et 328 Bq/m^3 dans la semaine du 18 au 25 février 2013. Le graphe ci-dessous présente l'évolution parallèle des niveaux de radon (relevés du mode S) et de la température extérieure[11] relevée dans une station météorologique proche.



Ce phénomène pourrait être dû à l'impact de la température extérieure sur le tirage thermique de l'habitation. La température de l'habitation, asservie à un thermostat, étant relativement stable, le chauffage est d'autant plus intense que la température extérieure est basse. Or le tirage thermique engendré par le chauffage est susceptible d'entraîner un apport de radon par mise en dépression du bâtiment vis-à-vis du terrain sous-jacent.

---

[11] Chaque point correspond à la moyenne des températures quotidiennes moyennes sur la même période de mesure que le relevé du mode S.

3 RETOUR D'EXPERIENCE

3.1 SYNTHESE DES QUESTIONNAIRES

Les 15 questionnaires de retour d'expérience transmis au laboratoire de la CRIIRAD permettent de tirer les enseignements suivants :

- la quasi-totalité des participants sont satisfaits du RAMON et en conseillent l'utilisation[12], principalement pour la réalisation de dépistages (13 réponses) et de contrôles après actions correctrices (12 réponses). L'accompagnement dans la mise en œuvre d'actions correctrices ainsi que la recherche de l'origine d'un problème sont cités 8 fois ; l'étude de l'impact des conditions climatiques est citée 6 fois ;
- 6 participants ont été surpris par les résultats, mais généralement pour des raisons qui ne sont pas spécifiques au RAMON (le même constat aurait été fait avec un autre appareil de mesure). Par exemple, plusieurs personnes ne s'attendaient pas à de tels résultats (résultats élevés dans un secteur peu connu pour présenter un risque radon élevé ; résultats faibles dans un secteur présentant a priori un risque radon élevé ; concentrations en radon plus élevées à l'étage qu'au rez-de-chaussée, ou plus élevées au rez-de-chaussée qu'au sous-sol) ;
- pour 12 participants, le questionnaire proposé par la CRIIRAD pour décrire le bâtiment dans lequel les mesures sont effectuées est correct. Dans les 3 autres cas, des suggestions d'ajouts, suppressions ou reformulations sont proposées. Ces propositions ont été intégrées dans la version finale du questionnaire ;
- pour 14 participants, le questionnaire proposé par la CRIIRAD pour décrire la pièce dans laquelle les mesures sont effectuées et pour relever les résultats est correct, même si plusieurs d'entre eux auraient souhaité disposer d'une feuille de relevés des résultats comportant plus de lignes. Cette remarque a été prise en compte dans la version finale de la feuille de relevés ;
- lorsqu'une série de mesures est initiée, l'appareil doit être remis à zéro. La CRIIRAD a indiqué, sur la feuille de relevés de résultats, une phrase destinée à rappeler à l'utilisateur que la remise à zéro doit être faite. Pour 8 participants, cette phrase n'est pas suffisante et doit être reformulée afin que l'utilisateur n'oublie pas la remise à zéro. Cette remarque a été prise en compte dans la version finale du document ;
- concernant la manière de noter les renseignements relatifs aux mesures :
    - pour les fiches descriptives, la moitié des participants souhaite disposer d'un questionnaire papier, l'autre moitié préfère un fichier informatique ;
    - pour la feuille de relevés de résultats, une majorité préfère disposer d'un fichier informatique ;

  afin de tenir compte de ces remarques, une version papier **et** informatique des documents sera jointe aux appareils distribués par la CRIIRAD ;
- la CRIIRAD avait joint au questionnaire une proposition de fiche de résultats, comprenant une représentation graphique et un paragraphe de commentaires. 11 participants se sont exprimés sur cette proposition : dans 6 cas, la fiche est jugée correcte. Dans 5 cas, le graphique est jugé peu compréhensible. Ceci s'explique par la difficulté à saisir le sens des résultats affichés par le RAMON. L'appareil donne deux indications : le mode L correspond à la moyenne globale depuis que l'appareil a été remis à zéro et le mode S correspond à la moyenne de la dernière semaine. Il a été demandé aux participants d'indiquer sur le questionnaire ce que représentaient pour eux les modes S et L ; les

---

[12] Un seul utilisateur hésite à conseiller l'appareil, compte tenu de la différence importante entre les résultats affichés par le RAMON et les résultats des mesures effectuées l'année précédente au moyen de films KODALPHA. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer cet écart (différences de conditions climatiques entre les deux séries de mesure, facteur d'équilibre entre radon et descendants inhabituel, …). Le laboratoire de la CRIIRAD proposera à cet utilisateur d'effectuer dans son habitation des mesures simultanées par RAMON et KODALPHA afin d'approfondir la question.

réponses montrent que la notion n'a pas été comprise par tous. Partant de ce constat, le laboratoire de la CRIIRAD a apporté un soin particulier, dans la manuel d'utilisation réalisé à l'issue de l'étude, à l'explication détaillée des différents modes de mesure. Par ailleurs, deux modèles de feuilles de relevés informatiques ont été élaborés[13]. Ces modèles comportent des graphes simplifiés, tracés automatiquement à partir des tableaux de résultats.

- la moitié des participants a été confrontée à l'apparition du message « Err3 ». Le plus fréquemment, cette indication apparaît lorsque le Ramon a été perturbé par une interférence électromagnétique ;
- aucun participant n'a été confronté à l'apparition du message « Err4 », qui correspond à un problème de détecteur nécessitant une réparation ;
- deux participants ont été confrontés à un problème non signalé dans la notice du distributeur :
    - dans un cas, il s'agissait d'une apparition récurrente du message Err3. Dans l'une des pièces contrôlées, l'utilisateur n'est pas parvenu à effectuer une mesure longue sans que ce message n'apparaisse. Afin de tenir compte de ce problème, un paragraphe détaillé relatif au message Err3 et à la manière d'en éviter l'apparition a été intégré au manuel élaboré par la CRIIRAD ;
    - dans l'autre cas, les valeurs affichées par l'appareil étaient aberrantes (affichage de nombres à 4 chiffres dont les trois de gauche sont identiques [8882, 9991, 8881, 3333, …] et, dans le même temps, diodes « L » et « S » allumées toutes deux en permanence). Une remise à zéro a permis de faire disparaître le problème, mais la CRIIRAD a signalé ce phénomène dans le manuel.

[13] Le premier est utilisé pour une série de mesures effectuées au même point et comportant plusieurs relevés successifs ; le second est utilisé pour synthétiser plusieurs séries de mesures successives en plusieurs points.

3.2 LEÇONS TIREES : MANUEL

Sur la base des mesures effectuées par les participants, des questionnaires et suggestions transmis, ainsi que des explications apportées par la société GT-Analytic, le laboratoire de la CRIIRAD a élaboré un manuel d'utilisation de 56 pages au format A5. Ce manuel comporte deux parties. La première partie de 10 pages, intitulée « **Notions de base** », fournit à l'utilisateur les premiers éléments lui permettant d'utiliser le RAMON et d'interpréter les résultats des mesures. Dans la première partie, les points suivants sont abordés :

- PRISE EN MAIN
  - Que contient le « kit RAMON » ?
  - Mettre en marche le RAMON
  - Précautions d'emploi
  - Messages d'erreur
  - A quoi correspondent les résultats ?
  - Incertitude des résultats
  - Vérification du bon fonctionnement du RAMON
  - Conditions de garantie
- APPLICATIONS
  - Dépistage de radon
  - Accompagnement dans la mise en œuvre d'actions correctrices
  - Contrôle après actions correctrices
  - Etude de l'impact des conditions climatiques
  - Recherche de l'origine d'un problème
  - Mesures de radon en extérieur
- QUESTIONS LES PLUS FREQUENTES

La deuxième partie de 40 pages, intitulée « **Pour en savoir plus** », est destinée aux utilisateurs souhaitant approfondir les notions liées au RAMON et au radon. Cette deuxième partie est subdivisée de la manière suivante :

- EN SAVOIR PLUS SUR LE RAMON
  - Vue d'ensemble
  - Spécifications techniques
  - Eléments affichés par le RAMON 2.2
  - Principe de fonctionnement du détecteur
  - Mémoire du RAMON 2.2
  - Incertitude des résultats
  - Message « Err3 »
  - Perturbations causées par une surface métallique
  - Vérification du bon fonctionnement du RAMON 2.2
- EN SAVOIR PLUS SUR LES APPLICATIONS DU RAMON
  - Dépistage de radon
  - Accompagnement dans la mise en œuvre d'actions correctrices
  - Contrôle après actions correctrices
  - Etude de l'impact des conditions climatiques
- EN SAVOIR PLUS SUR LE RADON
  - Radon, isotopes et descendants
  - Des concentrations élevées dans le sol, faibles dans l'extérieur
  - L'accumulation du radon dans les bâtiments
  - Impact du radon et de ses descendants sur la santé
  - Actions correctrices
  - Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé
  - Réglementation française

4 CONCLUSION

Cette étude a permis au laboratoire de la CRIIRAD de confirmer l'utilité du moniteur RAMON pour réaliser des mesures de radon dans de multiples configurations.

Cet appareil est en effet adapté pour effectuer :

- un dépistage de radon en utilisant simultanément plusieurs appareils. Le relevé du mode L permet d'obtenir les mêmes renseignements qu'un dépistage classique réalisé par des mesures intégrées[14] (activité moyenne en radon sur l'ensemble de la période de mesure). En complément, le relevé du mode S permet de connaître l'évolution des concentrations en radon pendant la période de mesure ;
- un dépistage de radon préliminaire en utilisant un seul appareil placé successivement dans plusieurs pièces. Ceci permet d'obtenir à moindre coût un premier niveau d'information, pour peu que l'on soit conscient des limites de la méthode (le protocole à mettre en œuvre et les précautions à prendre pour l'interprétation des résultats sont présentés dans le manuel élaboré par la CRIIRAD ;
- un accompagnement dans la mise en œuvre d'actions correctrices, en effectuant des mesures comparatives dans différentes configurations,
- un contrôle des niveaux de radon après actions correctrices, en effectuant une nouvelle série de mesures dans les mêmes conditions que le dépistage initial,
- une étude de l'impact des conditions climatiques en effectuant une mesure sur plusieurs mois au cours desquels les résultats sont relevés régulièrement, puis en comparant l'évolution des concentrations en radon à l'évolution des paramètres climatiques, et notamment la température extérieure ;
- des mesures de radon dans l'air extérieur, à condition de prendre quelques précautions.

A partir des renseignements recueillis, le laboratoire de la CRIIRAD a élaboré un kit d'utilisation, comprenant un manuel détaillé ainsi que des documents (sous formats papier et informatique) destinés à décrire les lieux dans lesquels les mesures sont effectuées, à relever les résultats et à les représenter sous forme de graphiques.

Le laboratoire de la CRIIRAD utilise d'ores et déjà le parc d'appareils acquis dans le cadre de cette étude pour effectuer des campagnes de mesure axées sur une thématique spécifique.

A titre d'exemple, une série de RAMON a été prêtée au Collectif des Bois Noirs dans le but d'effectuer, lorsque les conditions climatiques le permettent, des mesures de radon en extérieur au niveau d'habitations situées à proximité de l'ancienne mine d'uranium de Saint-Priest-la-Prugne.

Des appareils sont également prêtés au cas par cas à des particuliers confrontés à un problème nécessitant la mise en œuvre rapide d'un moyen de mesure du radon. Ainsi, une habitante de HLM a appelé la CRIIRAD après avoir reçu les résultats d'un premier capteur de radon (non fourni par la CRIIRAD) qu'elle avait placé dans son appartement. La concentration relevée était supérieure à 3 000 Bq/m^3. Dans l'attente de la mise en œuvre par le propriétaire d'actions correctrices pérennes, le laboratoire de la CRIIRAD a prêté un RAMON afin que cette habitante puisse rapidement vérifier l'impact de l'aération de son logement par ouverture fréquente des fenêtres.

Dans le futur, le RAMON accompagné de son kit d'utilisation pourra être également distribué par la CRIIRAD sous deux formes : il pourra être vendu ou loué/prêté.

Les ventes pourront par exemple être destinées aux personnes souhaitant vérifier en permanence les niveaux de radon d'une pièce donnée. Cela peut notamment être le cas d'utilisateurs ayant mis en œuvre des actions correctrices et souhaitant vérifier le bon fonctionnement des systèmes de remédiation. Ainsi,

---

[14] La méthode habituelle est basée sur l'utilisation de dosimètres non réutilisables placés simultanément dans les différentes pièces contrôlées. Cette méthode peu coûteuse permet de mesurer la concentration en radon moyenne sur l'ensemble de la période de mesure, mais ne permet pas de suivre l'évolution des concentrations en radon pendant la mesure.

l'un des participants à l'étude nous a indiqué : « sur mon installation, où j'ai mis en œuvre de la ventilation en surpression et une extraction sous les fondations, il me permet aussi de savoir à quel moment mon système doit être mis en route. En été, par exemple, il n'est pas nécessaire de laisser fonctionner l'extracteur dans les fondations car le niveau de radon est très faible (<100Bq/m^3) ».

Les locations/prêts pourront par exemple être utilisées par des personnes souhaitant effectuer un dépistage sur plusieurs mois dans une habitation avec plusieurs appareils simultanés, dans le double but d'évaluer les concentrations en radon globales sur l'ensemble de la période de mesure, et de suivre l'évolution des concentrations en radon pendant la période de mesure.

ANNEXES

ANNEXE 1 FORMULAIRE « BATIMENT »

Ce formulaire a été élaboré à partir d'une version initiale à laquelle des modifications ont été apportées d'après les suggestions des participants à l'étude.



Mesures de radon
au moyen d'un RAMON 2.2

Opérateur : ....

Lieu de la mesure

Adresse : ....

....

Code postal :..

Commune : ....

1/4 Formulaire Ramon V2 – Bâtiment (20/11/13)



DESCRIPTION DU BÂTIMENT

Généralités sur la construction

Affectation
- ☐ Résidence principale
- ☐ Résidence secondaire
- ☐ Lieu de travail
- ☐ Autre : ....

Année de construction
- ☐ Avant 1900
- ☐ Entre 1900 et 1949
- ☐ Entre 1950 et 1980
- ☐ Après 1980
- ☐ Ne sait pas
- ☐ Rénovation à quelle date : ....

Type de bâtiment
- ☐ Individuel
- ☐ Collectif

La construction repose :
- ☐ Sur sous-sol
- ☐ Sur vide sanitaire
- ☐ Sur terre-plein
- ☐ A même le sol
- ☐ Ne sait pas

Avec un sol en :
- ☐ Dalle
- ☐ Roche
- ☐ Terre battue
- ☐ Ne sait pas

☐ Présence d'un remblai
Nature du remblai :
....

Renouvellement d'air du vide sanitaire ou sous-sol

Aération passive : ☐ Présence d'entrées d'air ☐ Absence d'entrées d'air

Ventilation mécanique : ☐ Double flux ☐ Extraction seule ☐ Insufflation seule

Nombre de fenêtres : .... ☐ Jamais ouvertes ☐ Ouvertes .... h/jour

Autre système de renouvellement d'air : ....

Renouvellement d'air des pièces habitées

Aération passive : ☐ Présence d'entrées d'air ☐ Absence d'entrées d'air

Ventilation mécanique : ☐ Double flux ☐ Extraction seule ☐ Insufflation seule

Nombre de fenêtres : .... ☐ Jamais ouvertes ☐ Ouvertes .... h/jour

☐ Présence d'un puits canadien/provençal

Autre système de renouvellement d'air : ....

Isolation du bâtiment

Défauts d'étanchéité
- ☐ Apparemment aucun
- ☐ Fissures dans les sols
- ☐ Passages de tuyaux mal scellés
- ☐ Dallage mal joint
- ☐ Autre : ....

Isolation (par rapport à l'extérieur)
- ☐ Mauvaise
- ☐ Moyenne
- ☐ Bonne
- ☐ Excellente

Type d'isolation
- ☐ Laine de verre / roche …
- ☐ Double vitrage
- ☐ Autre : ....
....
....

2/4 Formulaire Ramon V2 – Bâtiment (20/11/13)



Principaux matériaux de construction

DALLE : ☐ Béton ☐ Autre : ....

SOLS : ☐ Béton ☐ Bois ☐ Autre : ....

MURS : ☐ Béton ☐ Brique ☐ Parpaings ☐ Granite ☐ Autre : ....

Mode de chauffage

☐ Gaz ☐ Bois ☐ Electrique ☐ Fuel ☐ Autre : ....

ENVIRONNEMENT

Géologie sous la construction

☐ Ne sait pas
☐ Argile, limon
☐ Grès, sable
☐ Calcaire
☐ Marno-calcaire
☐ Granite
☐ Schiste
☐ Basalte
☐ Autre :.................................
....
....
....
....

Environnement local

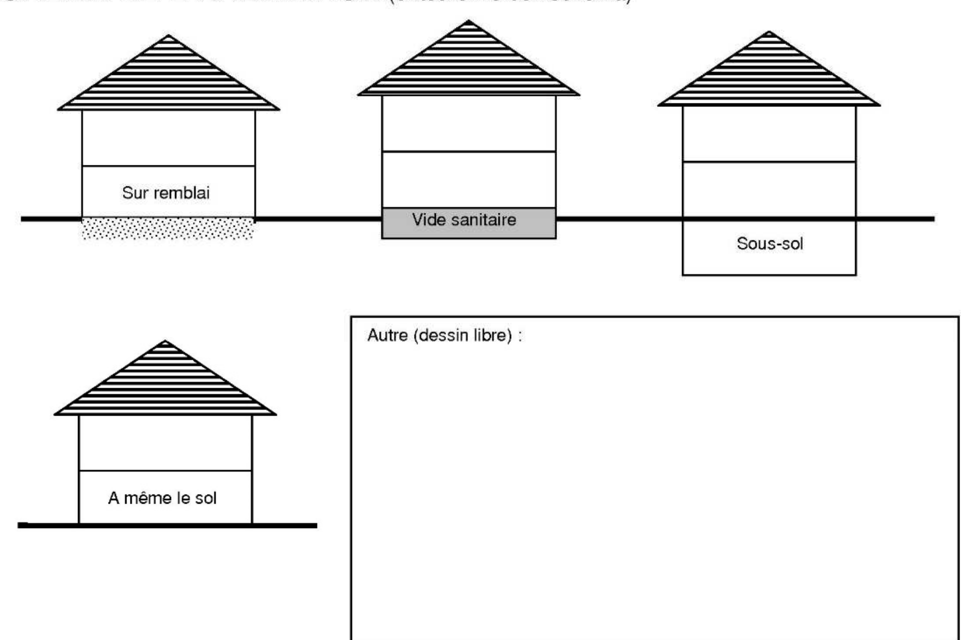
☐ Puits dans maison
☐ Puits extérieur
☐ Construction dans vallon
☐ Construction sur colline
☐ Proximité d'un cours d'eau
☐ Bord de mer
☐ Autre : ....
....
....
....
....
....
....

Particularités du secteur

☐ Mine d'uranium
☐ Autre mine :................
....
....
☐ Carrière de granite
☐ Autre carrière : ....
....
☐ Sous-sol faillé
☐ Rivière souterraine
☐ Source thermale
☐ Grottes, cavités
☐ Autre : ....
....



SCHEMA DE L'HABITATION (entourez le bon schéma)



Tout croquis, plan ou photo complémentaire peut également nous être joint pour mieux comprendre votre cas particulier.

NOTEZ ICI CE QUI VOUS SEMBLE IMPORTANT :
(et qui n'a pas été pris en compte dans ce questionnaire)

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

ANNEXE 2 FORMULAIRE « PIECE »

Ce formulaire a été élaboré à partir d’une version initiale à laquelle des modifications ont été apportées d’après les suggestions des participants à l’étude.



Mesures de radon au moyen d'un RAMON 2.2

DESCRIPTION DE LA PIECE
(CONDITIONS PENDANT LA MESURE)

Nom de la pièce : ....

Niveau

☐ Sous-sol ☐ Rez-de-chaussée ☐ Etage n° : ....
☐ Pièce non enterrée ☐ Pièce semi-enterrée ☐ Pièce enterrée

Chauffage

Chauffage :
☐ Eteint
☐ Allumé (100%) ☐ Allumé (50%) ☐ Allumé (25%) ☐ Autre : ....
Présence dans la pièce de : ☐ Cheminée ☐ Chaudière ☐ Poêle

Renouvellement d'air

Aération passive : ☐ Présence d'entrées d'air ☐ Absence d'entrées d'air
Ventilation mécanique : ☐ Double flux ☐ Extraction seule ☐ Insufflation seule
Nombre de fenêtres : .... ☐ Jamais ouvertes ☐ Ouvertes .... h/jour
Autre système de renouvellement d'air : ....

Conditions d'habitation

☐ Pièce occupée : .... h/jour ☐ Par des adultes ☐ Par des fumeurs
☐ Pièce inoccupée ☐ Par des enfants ☐ Par des non-fumeurs

Matériaux utilisés dans la pièce

MURS : ☐ Béton ☐ Brique ☐ Parpaings **SOLS :** ☐ Béton ☐ Bois ☐ Terre
☐ Granite ☐ Autre : .... ☐ Autre : ....
☐ Revêtement : .... ☐ Revêtement : ....

AUTRES OBSERVATIONS RELATIVES A LA PIECE :

....
....
....
....
....
....
....

1/4 Formulaire Ramon V2 – Pièce (20/11/13)



Mesures de radon au moyen d'un RAMON 2.2

N° de l'appareil : ....

ATTENTION : l'appareil doit être remis à zéro au début de la série de mesures. Pour cela, appuyez sur son bouton pendant environ 20 secondes, jusqu'à apparition de la mention « **CL** », puis relâchez le bouton. Lorsque vous avez remis à zéro, remplissez la ligne ci-dessous.

☐ J'ai remis l'appareil à zéro le ..../........./............ à ....h ....

Date et heure	Résultats (Bq/m^3)		Observations*
	Mode S	Mode L	

- : changement de mode de chauffage, de ventilation, ou tout autre événement ayant pu influencer la mesure



Mesures de radon au moyen d'un RAMON 2.2

Date et heure	Résultats (Bq/m^3)		Observations*
	Mode S	Mode L	

- : changement de mode de chauffage, de ventilation, ou tout autre événement ayant pu influencer la mesure

3/4 Formulaire Ramon V2 – Pièce (20/11/13)



Mesures de radon au moyen d'un RAMON 2.2

Date et heure	Résultats (Bq/m^3)		Observations*
	Mode S	Mode L	

* : changement de mode de chauffage, de ventilation, ou tout autre événement ayant pu influencer la mesure

4/4 Formulaire Ramon V2 – Pièce (20/11/13)

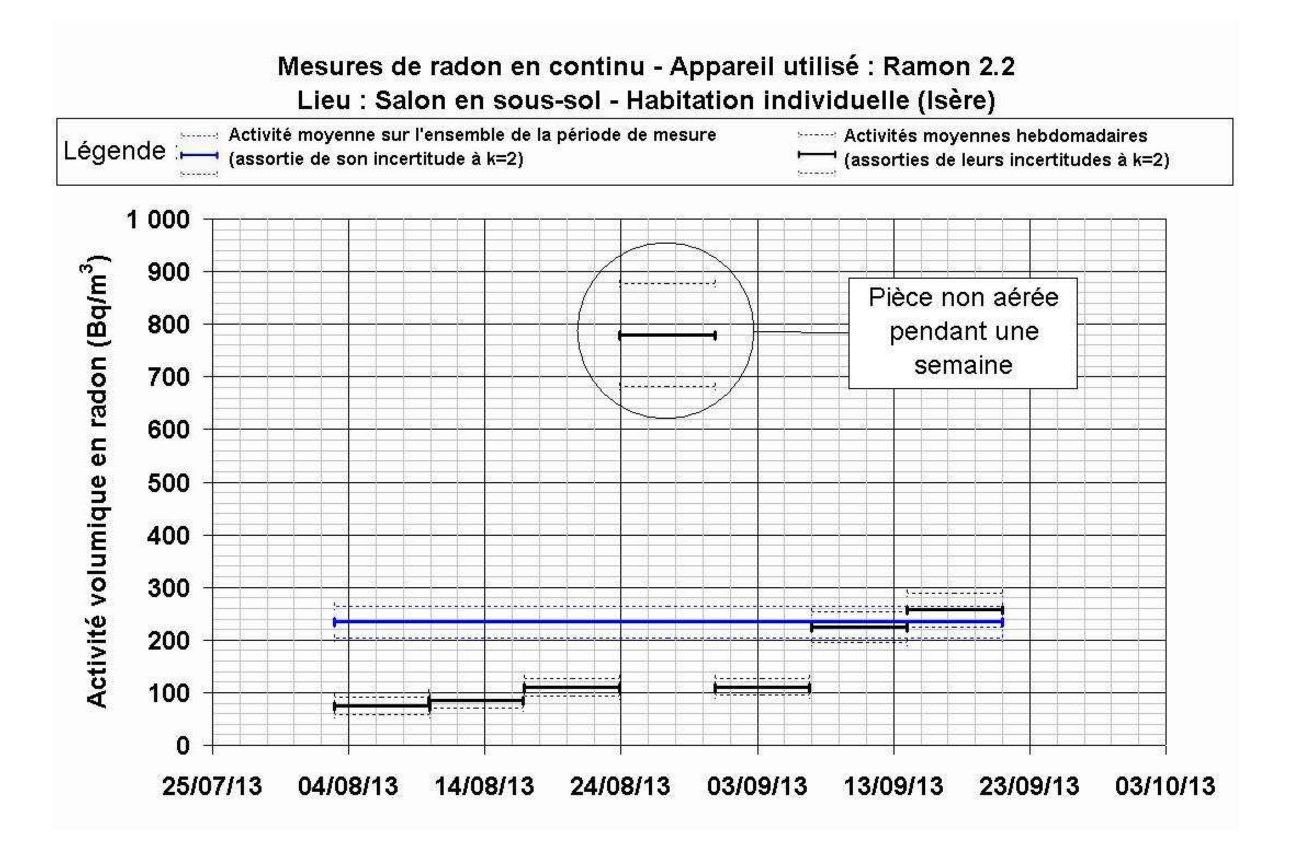
ANNEXE 3 EXEMPLE DE RESULTATS MIS EN FORME A PARTIR DU FICHIER « MESURE UNIQUE »

Mesures de radon effectuées au moyen d'un moniteur Ramon 2.2
Lieu : Salon en sous-sol - Habitation individuelle (Isère)

N° de l'appareil : **14319**

Remise à zéro : **02/08/13 22:15**

Résultats										
Mode S					Mode L					
Période de mesure		Activité volumique en radon (Bq/m3)			Période de mesure		Activité volumique en radon (Bq/m3)			
Début	Fin				Début	Fin				
02/08/13 22:15	02/08/13 22:15				02/08/13 22:15	02/08/13 22:15				
02/08/13 22:15	09/08/13 22:00	75	±	17	02/08/13 22:15	09/08/13 22:00	75	±	17	
09/08/13 20:00	16/08/13 20:00	85	±	15	02/08/13 22:15	16/08/13 20:00	80	±	14	
16/08/13 21:30	23/08/13 21:30	110	±	17	02/08/13 22:15	23/08/13 21:30	90	±	14	
23/08/13 21:00	30/08/13 21:00	779	±	98	02/08/13 22:15	30/08/13 21:00	262	±	35	
30/08/13 20:30	06/09/13 20:30	111	±	16	02/08/13 22:15	06/09/13 20:30	232	±	31	
06/09/13 23:45	13/09/13 23:45	224	±	29	02/08/13 22:15	13/09/13 23:45	231	±	30	
13/09/13 23:15	20/09/13 23:15	257	±	33	02/08/13 22:15	20/09/13 23:15	234	±	30	



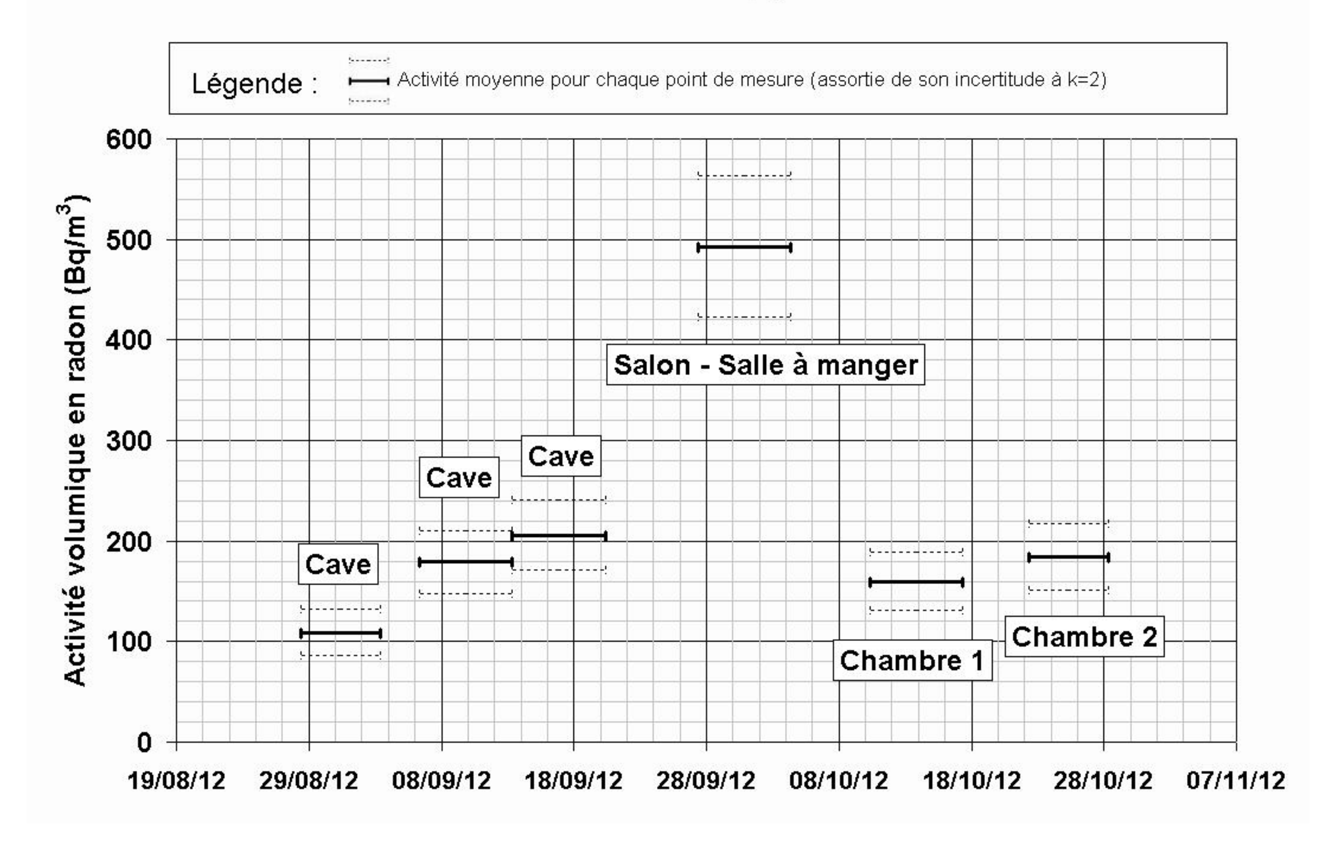
ANNEXE 4 EXEMPLE DE RESULTATS MIS EN FORME A PARTIR DU FICHIER « MESURES SUCCESSIVES »

Mesures de radon effectuées au moyen d'un moniteur Ramon 2.2

Mesures successives dans plusieurs pièces
au moyen d'un appareil unique

N° de l'appareil : **14294**

Lieu de mesure	**Résultats**				
	Mode L				
	Période de mesure		Activité volumique en radon (Bq/m3)		
	Début	Fin			
Cave (mesure 1)	28/08/12 09:00	03/09/12 08:30	109	±	23
Cave (mesure 2)	06/09/12 08:30	13/09/12 08:30	179	±	31
Cave (mesure 3)	13/09/12 08:30	20/09/12 08:30	206	±	35
Salon-Salle à manger	27/09/12 08:00	04/10/12 08:00	493	±	71
Chambre 1	10/10/12 08:00	17/10/12 08:00	160	±	29
Chambre 2	22/10/12 08:00	28/10/12 08:00	184	±	33



ANNEXE 5 MANUEL D'UTILISATION

Le manuel, au format A5, est joint sous la forme d'un document spécifique.



Commission de Recherche et d'Information Indépendantes
sur la Radioactivité

DETECTEUR DE RADON
RAMON 2.2
MANUEL D'UTILISATION
ET INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

NOTE CRIIRAD N°13-35 V2



Manuel rédigé par la CRIIRAD

avec le soutien financier de la Région Rhône-Alpes

RhôneAlpes Région

LABORATOIRE DE LA CRIIRAD
29, cours Manuel de Falla
26000 VALENCE

http://www.criirad.org
radex@criirad.org

☎ 04 75 41 82 58
(lundi-vendredi, 10h-12h)
🖷 04 75 81 26 48